

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **07270598 A**

(43) Date of publication of application: **20.10.95**

(51) Int. Cl.

G21K 1/00
G21K 5/04
H05H 7/08

(21) Application number: **06063569**

(22) Date of filing: **31.03.94**

(71) Applicant: **MITSUBISHI ELECTRIC CORP**

(72) Inventor: **TANAKA HIROBUMI**

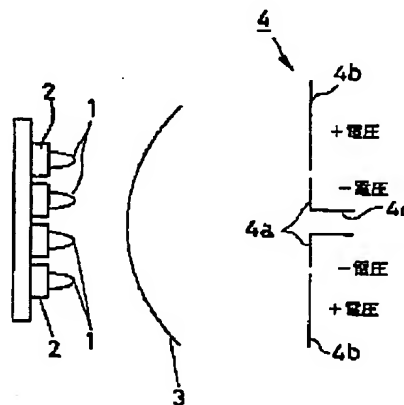
(54) **POSITRON GENERATING DEVICE**

(57) Abstract:

PURPOSE: To generate a large quantity of positron beams in a positron generating device to analyze surface of samples and defects in grids.

CONSTITUTION: Though each isotope 1 placed in line on the plane generates a few positrons, the lined isotopes generate a large number of positrons in total. The positrons which have entered a moderator 3 go perpendicularly out of the surface of it. Since the center of the moderator 3 is placed on the lower side, the positrons focus on one point. The positrons radiated from the moderator 3 are focused further and guided to a transporting component on the lower side by electric fields generated in extraction electrodes 4 to generate a large quantity of positron beams.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-270598

(43) 公開日 平成7年(1995)10月20日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 2 1 K	1/00	E		
	5/04	E		
H 0 5 H	7/08			

審査請求 未請求 請求項の数24 O L (全 22 頁)

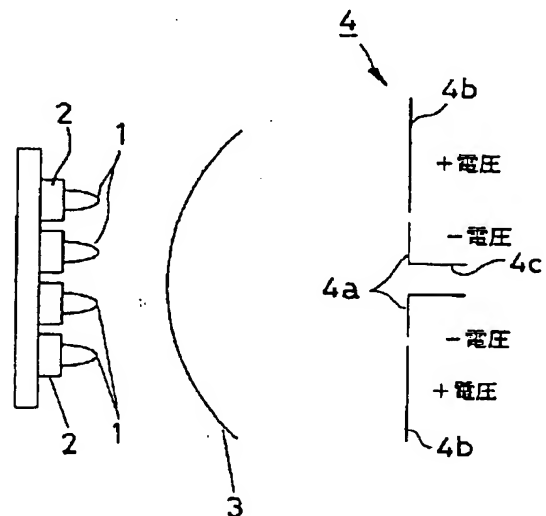
(21) 出願番号	特願平6-63569	(71) 出願人	000006013 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号
(22) 出願日	平成6年(1994)3月31日	(72) 発明者	田中 博文 尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機 株式会社中央研究所内
		(74) 代理人	弁理士 田澤 博昭 (外1名)

(54) 【発明の名称】 陽電子発生装置

(57) 【要約】

【目的】 試料の表面界面分析や、格子欠陥分析等を行う陽電子発生装置において、多量の陽電子ビームを発生する。

【構成】 複数個平面上に並べて配設された1個当たりのアイソトープ1から発生する陽電子数は少ないが、複数個並べることにより、多数の陽電子が発生する。モデレータ3に入射した陽電子は該モデレータの表面から垂直に出る。モデレータ3の中心は下流側にあるため、陽電子が集束する。このモデレータ3から放射される陽電子は、引き出し電極4で発生した電界により、さらに集束されて下流側の輸送部へ導かれ、多量の陽電子ビームが発生する。



1 : アイソトープ

2 : 線源ホルダ

3 : モデレータ

【特許請求の範囲】

【請求項1】 陽電子を発生させるアイソトープを含んだ線源部と、前記陽電子を低速化するモデレータ部と、前記モデレータ部で減速された前記陽電子を測定部まで導く輸送部とから構成された陽電子発生装置において、前記線源部に、前記陽電子の進行方向を法線とする平面に沿って配設される2個以上のアイソトープと、前記モデレータ部に、湾曲形状を有し、該湾曲形状の円または球の中心が前記線源部と反対方向になるよう配設されたモデレータとを備えることを特徴とする陽電子発生装置。

【請求項2】 陽電子を発生させるアイソトープを含んだ線源部と、前記陽電子を低速化するモデレータ部と、前記モデレータ部で減速された前記陽電子を測定部まで導く輸送部とから構成された陽電子発生装置において、前記線源部のアイソトープと前記モデレータ部との間に、前記陽電子の通過位置に出し入れ可能に配設される遮蔽手段を備えることを特徴とする陽電子発生装置。

【請求項3】 前記線源部または前記モデレータ部のいずれか一方に接続され、前記線源部と前記モデレータ部の距離を変化させる距離可変手段を備えることを特徴とする請求項2記載の陽電子発生装置。

【請求項4】 陽電子を発生させるアイソトープを含んだ線源部と、前記陽電子を低速化するモデレータ部と、前記モデレータ部で減速された前記陽電子を測定部まで導く輸送部とから構成された陽電子発生装置において、前記線源部の上流部に配設された、ビームダクトと、前記アイソトープを前記ビームダクト中に移送する移送手段と、前記ビームダクトと共に、前記移送手段によって移送した前記アイソトープを前記線源部から取り外すことが可能な脱着手段とを備えることを特徴とする陽電子発生装置。

【請求項5】 前記移送手段は、電磁誘導により前記アイソトープを前記ビームダクト中に移送する電磁手段であることを特徴とする請求項4記載の陽電子発生装置。

【請求項6】 外形を錘形状とし、前記アイソトープを支持する線源ホルダと、前記アイソトープに対向する側に、前記線源ホルダが嵌合する錘形状の穴部を有する支持台とを備えることを特徴とする請求項4記載の陽電子発生装置。

【請求項7】 外形を凸形状とし、前記アイソトープを支持する線源ホルダと、前記アイソトープに対向する側に、前記線源ホルダが嵌合する凹形状の穴部を有する支持台とを備えることを特徴とする請求項4記載の陽電子発生装置。

【請求項8】 前記線源部は、弾性部材より形成された止めがねが設けられ、前記アイソトープを支持する線源ホルダと、前記線源ホルダを所定の位置に配設した際に、前記止めがねが嵌合する凹部を有する支持台とを備えることを特徴とする請求項4記載の陽電子発生装置。

【請求項9】 陽電子を発生させるアイソトープを含んだ線源部と、前記陽電子を低速化するモデレータ部と、前記モデレータ部で減速された前記陽電子を測定部まで導く輸送部とから構成された陽電子発生装置において、前記モデレータ部を前記陽電子の通過経路から移送させる可動手段と、前記陽電子の通過経路から移送させた前記モデレータ部の近傍に配設され、前記モデレータ部を加熱する赤外線発生手段とを備えることを特徴とする陽電子発生装置。

10 【請求項10】 加速器等の電子ビームを用いて陽電子を発生させるターゲットと、前記陽電子を低速化するモデレータ部と、前記モデレータ部で減速された前記陽電子を測定部まで導く輸送部とから構成された陽電子発生装置において、所定のスリットを有し、前記ターゲットと前記モデレータ部の間に配設された陽電子集束手段を備えることを特徴とする陽電子発生装置。

【請求項11】 前記陽電子集束手段は、前記スリットの形状、またはその大きさを変更可能としたことを特徴とする請求項10記載の陽電子発生装置。

20 【請求項12】 加速器等の電子ビームを用いて陽電子を発生させるターゲットと、前記陽電子を低速化するモデレータ部と、前記モデレータ部で減速された前記陽電子を測定部まで導く輸送部とから構成された陽電子発生装置において、前記加速器を当該陽電子発生装置から切り離し、所定の間隔を空けて配設すると共に、前記加速器に対向する当該陽電子発生装置の大気部と真空部の境界に配設されるターゲットを備えることを特徴とする陽電子発生装置。

30 【請求項13】 加速器等の電子ビームを用いて陽電子を発生させるターゲットと、前記陽電子を低速化するモデレータ部と、前記モデレータ部で減速された陽電子を測定部まで導く輸送部とから構成される陽電子発生装置において、前記加速器を当該陽電子発生装置から切り離し、所定の間隔を空けて配設すると共に、前記加速器側の大気部と真空部の境界と、当該陽電子発生装置側の大気部と真空部の境界とに、対向させて配設された1対のターゲットを備えることを特徴とする陽電子発生装置。

40 【請求項14】 加速器等の電子ビームを用いて陽電子を発生させるターゲット、もしくは、陽電子を発生させるアイソトープを含む線源部からなる陽電子発生部と、前記陽電子を低速化するモデレータ部と、前記モデレータ部で減速された陽電子を測定部まで導く輸送部とから構成された陽電子発生装置において、前記陽電子発生部に一体に設けられ、該陽電子発生部からの放射線を遮蔽する遮蔽手段を備えることを特徴とする陽電子発生装置。

【請求項15】 アウトガス量の少ない金属または絶縁体からなり、前記遮蔽手段の周囲を覆う部材を備えることを特徴とする請求項14記載の陽電子発生装置。

50 【請求項16】 前記遮蔽手段は、前記陽電子の進行方

向の長さを前記アイソトープ、あるいは前記コンバータ部より長くしたことを特徴とする請求項1記載の陽電子発生装置。

【請求項17】 加速器等の電子ビームを用いて陽電子を発生させるターゲット、もしくは、陽電子を発生させるアイソトープを含む線源部からなる陽電子発生部と、前記陽電子を低速化するモデレータ部と、前記モデレータ部で減速された陽電子を測定部まで導く輸送部とから構成される陽電子発生装置において、前記陽電子発生部は、前記陽電子を電界で輸送する第1の電極群を有し、前記輸送部は、前記陽電子を磁界で輸送する電磁手段を有し、前記測定部は、前記陽電子を電界で輸送する第2の電極群を有することを特徴とする陽電子発生装置。

【請求項18】 加速器等の電子ビームを用いて陽電子を発生させるターゲットと、前記陽電子を低速化するモデレータ部と、前記モデレータ部で減速された前記陽電子を測定部まで導く輸送部とから構成される陽電子発生装置において、前記輸送部の上流側の前記陽電子の通過経路に配設された電極と、前記輸送部の下流側の前記陽電子の通過経路に配設されたモデレータと、前記電極と前記モデレータとに所定の電圧を印加し、パルス状の陽電子ビームを連続ビームとする電源とを備えたことを特徴とする陽電子発生装置。

【請求項19】 加速器等の電子ビームを用いて陽電子を発生させるターゲット、もしくは、陽電子を発生させるアイソトープを含む線源部からなる陽電子発生部と、前記陽電子を低速化するモデレータ部と、前記モデレータ部で減速された陽電子を測定部まで導く輸送部とから構成される陽電子発生装置において、前記測定部付近に配設され、印加された交流電流により前記陽電子のビームを平面状に走査する電磁手段とを備えることを特徴とする陽電子発生装置。

【請求項20】 加速器等の電子ビームを用いて陽電子を発生させるターゲット、もしくは、陽電子を発生させるアイソトープを含む線源部からなる陽電子発生部と、前記陽電子を低速化するモデレータ部と、前記モデレータ部で減速された陽電子を測定部まで導く輸送部とから構成される陽電子発生装置において、前記測定部に、上下方向と左右方向の各々に配設され、印加された交流電圧により前記陽電子のビームを平面状に走査する一対以上の電極とを備えることを特徴とする陽電子発生装置。

【請求項21】 加速器等の電子ビームを用いて陽電子を発生させるターゲット、もしくは、陽電子を発生させるアイソトープを含む線源部からなる陽電子発生部と、前記陽電子を低速化するモデレータ部と、前記モデレータ部で減速された陽電子を測定部まで導く輸送部とから構成された陽電子発生装置において、交流で励磁され、前記陽電子を走査する電磁手段と、所定のスリットを有し、前記陽電子の通過経路上に配設され、該陽電子を遮蔽する遮蔽手段とを備えることを特徴とする陽電子発生

装置。

【請求項22】 加速器等の電子ビームを用いて陽電子を発生させるターゲット、もしくは、陽電子を発生させるアイソトープを含む線源部からなる陽電子発生部と、前記陽電子を低速化するモデレータ部と、前記モデレータ部で減速された前記陽電子を測定部まで導く輸送部とから構成される陽電子発生装置において、前記陽電子の通過経路に沿って配設され、交流電圧が印加される一組以上の電極と、所定のスリットを有し、前記陽電子の通過経路上に配設され、該陽電子を遮蔽する遮蔽手段を備えることを特徴とする陽電子発生装置。

【請求項23】 加速器等の電子ビームを用いて陽電子を発生させるターゲット、もしくは、陽電子を発生させるアイソトープを含む線源部からなる陽電子発生部と、前記陽電子を低速化するモデレータ部と、前記モデレータ部で減速された前記陽電子を測定部まで導く輸送部とから構成された陽電子発生装置において、前記測定部付近の上下、または左右方向、あるいは上下左右方向に、前記陽電子のビーム軌道を補正する一対以上の電極を備えることを特徴とする陽電子発生装置。

【請求項24】 前記陽電子のエネルギーと、該エネルギーの陽電子の軌道を補正するために必要とされる前記電極に印加する電圧との関係を予め測定し、実際の運転時には、前記陽電子のエネルギーを変化させる毎に、前記予め測定した関係に基づいて前記電極に所定の電圧を印加し、前記陽電子の軌道を自動的に補正する制御手段を備えることを特徴とする請求項23記載の陽電子発生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、陽電子を発生、減速化し、測定対象物まで導く、陽電子発生装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 図31は、例えば「放射線 Vol.18 N o.2 MAY. 1992」の41ページから54ページに示されたアイソトープを発生源とした従来の陽電子発生装置の一例の構成を示す模式図である。図において、101は陽電子を発生する線源部、102はビーム微調整を行うためのコレクションコイル、103は陽電子を試料部まで搬送するソレノイド、104はベローズ、105は50kV耐圧の絶縁ニップル、106は試料が格納された試料部である。また、107は試料部を含むチャンバ内を高真空にするためのソーブションポンプ、108は効率的に高真空とするための液体窒素トラップおよび油拡散ポンプ、109は陽電子を所定の試料に入射させるために、上記試料部106にセットされた複数（この例では4個）の試料を順次回転させる試料マニピレータである。

【0003】 また、110は試料の表面分析を行う四重

極質量分析器、111はマグネットベース、112はイオンポンプ、113は半導体検出器、114は最終的なビーム位置を決定するセラトロン、115は線源部101側と試料部106側と接続するゲートバルブである。また、116はマグネットベース111に設けられたマグネット、117は線源部101および試料部106までの搬送路を保護する厚さ10mmの亚克力樹脂、118は高エネルギー陽電子による消滅 γ 線が線源部101に到達することを防止する遮蔽用鉛、119は加速電極である。

【0004】また、図32は、例えば「ニュークリア・インスツルメンツ・アンド・メソッズ・イン・フィジックス・リサーチ (Nuclear Instruments and Methods in Physics Research) B62(1991)」の259ページから263ページに示されたライナックから発生した電子ビームを発生源とする従来の陽電子発生装置の例である。図32において、131は線源部に相当するコンバータ、132はコンバータ131で発生した陽電子を減速するモデレータ、133は陽電子を試料部へ輸送するための磁界を発生するソレノイドである。また、134は試料が格納される試料部、135はターボ分子ポンプ、136はビーム位置を決定するセラトロン、137は直流化装置、138はシンチレーションモニタ、139は遮蔽用鉛、140はライナックである。

【0005】次に、陽電子発生装置の原理を説明する。上述した陽電子発生装置は、低速陽電子を表面界面分析や、格子欠陥分析等を行うための装置であり、大きく分けると下記の部分に分けることができる。

1. 線源部
2. モデレータ部(減速部)
3. 輸送部
4. 遮蔽部
5. 加速部
6. ビーム位置微調整部
7. 分別部
8. バンチング部
9. 直流化部
10. 真空部
11. 試料部

上記部分が全ての陽電子発生装置に配設されているわけではないが、以下の議論に必要な部位について以下に記述する。なお、バンチング部8、および真空部10は今回の発明と関係ないので省略する。

【0006】1. 線源部

線源部は、陽電子を発生させる部分であり、大きく分けると以下の3種類の形態がある。

- 1-1 アイソトープを用いて発生させる装置
- 1-2 ライナックを用いて発生させる装置
- 1-3 原子炉、イオン加速器等を用いて発生させる装置

【0007】本発明は1-1、1-2に関するものである。以下では1-1、1-2のみについて説明する。

【0008】1-1. アイソトープを用いて発生させる装置の線源部

図33は、図31に示す線源部101を拡大した断面図である。図33において、151は放射性同位元素(^{22}Na 等)からなり、陽電子を放出するアイソトープ、152はアイソトープ151を固定する線源ホルダ、153はタングステンで形成されたコンバータ、154はメッシュ状のグリッドで構成されている。

【0009】1-2. ライナックを用いて発生させる装置の線源部

図32に示すコンバータ131がライナックを用いて陽電子を発生させる線源部に属する。ライナック140で発生した電子ビームは、コンバータ131に衝突し、制動放射により高エネルギーのX線を発生する。あるエネルギー(1.022MeV)以上のX線は、ある確率で対生成により電子と陽電子を発生させる。その内の陽電子を以下の装置で利用する。

【0010】2. モデレータ部

線源部101(131)で発生した陽電子ビーム(白色ビームである)は、線源部101(131)の下流のモデレータ132(図32を参照)の内部に打ち込まれ、各種散乱を受けながら減速する。モデレータ132としては、タングステン、タンタル等の金属を用いるのが一般的である。そして、数eV程度となった陽電子ビームが上記モデレータ132の表面から、ある確率で再び放出される。なお、モデレータ132に電圧をかけている場合には、その電圧に応じたエネルギーで放出される。この低速化された陽電子ビーム(エネルギー幅、5eV程度)は輸送部で輸送される。

【0011】3. 輸送部

モデレータ132で減速された陽電子ビームは輸送部を通して試料部134へと導かれる。陽電子は図31に示すソレノイド103や、図32に示すソレノイド133のように、一般にヘルムホルツ磁場によって輸送される。なお、一部には静電界を用いて輸送しようと試みている研究機関も存在する。磁界強度は一般に40 Gauss程度から200 Gauss程度である。

【0012】4. 遮蔽部

線源部付近は、非常に多量の γ 線、x線、ベータ線等が発生する。そこで、試料部106(134)における各種測定を行う時のバックグラウンドノイズとなるのを防ぐために、鉛等で形成された、図31の遮蔽部118や、図32の遮蔽部139で遮蔽を行う。また、場合によっては中性子も発生するのでボロンやカーボン等を併せて用いることも多い。

【0013】5. 加速部

試料の表面分析にあたっては、格子欠陥の位置を測定す

るために、試料部106(134)において、陽電子の試料に打ち込む深さを変える必要がある。すなわち、試料部106(134)の手前で陽電子を加速する必要がある。そこで、図31に示す加速電極119により最高50KeV程度まで静電的に加速を行う。

【0014】6. ビーム位置微調整部

図31、図32の装置には配設されていないが、一般に陽電子のエネルギーを加速部で変化させると、試料部106(134)において陽電子ビームの位置が若干ずれる。ビーム位置がずれると、試料の深さ方向の定量的なデータがとれなくなるため、ビーム位置を補正する必要がある。そのために、一般に棒磁石や、電磁石を試料部手前に配設してビーム位置補正を行う。

【0015】7. 分別部

一般に、輸送部を輸送されるのは低速の陽電子のみではなく、高速の陽電子、電子も輸送される。したがって、試料部106(134)に達する前に、これら高速の陽電子や電子を除去する必要がある。そのために、図31に示すように、輸送部に曲率を持たせることにより、高速の陽電子ビーム、電子ビームを壁に衝突させて除去するようにになっている。また、低速の電子ビームは加速部で加速されないのので取り除かれる。また、図31、図32には配設されていないが、E×Bフィルタを配設することにより、電子や高速の陽電子ビームを除去している装置もある。

【0016】9. 直流化部

前述したライナックの電子ビームを用いて陽電子を発生させる装置の場合、陽電子はライナックの電子ビームと同様なパルスビームとなる。このパルスビームを、そのまま試料部134で使用すると、ある短い時間(数百ナノ秒から数マイクロ秒)に大量の計測数が生じるので、測定器が飽和してしまい測定不能となる。そこで、パルスビームを直流化する必要がある(図32の直流化装置137)。この装置は、装置の最上流側(線源部に相当するコンバータ131に近い部分)と最下流側(試料部134に近い部分)に電極を配設し、そこにパルスの電圧をかけ、陽電子ビームを貯蔵したり下流側へ通したりの制御を行う。

【0017】11. 試料部

試料部は、陽電子を試料に当てる部分である。図31に示す陽電子発生装置では、半導体検出器113、試料マニピレータ109、および4重極質量分析器110がこの部分に属する。また、図32に示す陽電子発生装置では、試料部134、シンチレーションモニタ138等がこの部分に属する。図31に示す半導体検出器113、図32に示すシンチレーションモニタ138は、陽電子が試料内部で消滅した時に発生する消滅γ線を検出するものであり、図31に示す試料マニピレータ109は試料を回転させたり交換したりする時に用いる。また、図31に示す4重極質量分析器110は、試料部

106において蒸着等の作業を行う時のガス分析をしたりする際に用いられる。

【0018】

【発明が解決しようとする課題】従来の陽電子発生装置は以上のように構成されているので、下記のような問題点があった。

【0019】(問題点1)アイソトープを線源とした従来の陽電子発生装置では、発生する低速陽電子の数が100000個程度であり、寿命測定等を行うには強度が弱く、長い計測時間を必要とするという問題点があった。

【0020】(問題点2)アイソトープを線源とした従来の陽電子発生装置では、装置の保守を行う時に線源から発生する陽電子やγ線等による被爆の危険性が高いという問題点があった。

【0021】(問題点3)アイソトープを線源とした従来の陽電子発生装置では、保守等を行った後、アイソトープを所定の位置に取り付ける際に、元の位置すなわち設計値に合わせて設置することが難しいという問題点があった。

【0022】(問題点4)モデレータ132は、陽電子を低速化しているうちに表面に格子欠陥が発生したり、炭素等が付着したりして、低速陽電子の発生効率が落ちる。したがって、定期的にモデレータ132をアニーリングする必要がある。しかしながら、従来の陽電子発生装置では、モデレータ132のアニーリングを行う際には、一旦大気に出して行うので、アニーリングをした後、再度装置に組み込む時に再度付着物がつき、発生効率が落ちるという問題があった。また、装置中でアニーリングが可能な装置もあるが(電子ビーム照射でアニーリングする)、電子ビーム照射によって炭素が付着するといった問題点があった。

【0023】(問題点5)ライナックを線源とした従来の陽電子発生装置では、コンバータ(以下、ターゲットという)131で発生した大量のγ線、中性子線、電子線等が、直接、モデレータ132に衝突するので、モデレータ132の損傷が激しかった。また、モデレータ132で発生する低速陽電子のエミッタンスが大きくなってしまったという問題点があった。

【0024】(問題点6)従来の陽電子発生装置では、陽電子を加速するために、線源部101を高圧にうかせるか、試料部106を負の高圧に浮かせる必要がある。試料部106を浮かせるのは、測定時に種々の制約があるので、通常は線源部101を高圧に浮かせる。一方、ライナックを線源とした従来の陽電子発生装置では、ライナックを高圧に浮かせることは不可能であるので、通常、ライナック部と線源部(ターゲット131)を電気的に切り離す必要がある。また、ターゲット131は非常に発熱するため、冷却水で冷やす必要がある。通常、ターゲット131の真空は、ライナック部と、モデレー

タ以降の下流部とに切り離す。ところで、ライナックを線源とした従来の陽電子発生装置では、ターゲット131で発生した陽電子がモデレータ部に達するまでに真空フランジ等の金属部を通るため、強度が弱くなったり、またビームの発散角が大きくなるといった問題点があった。

【0025】(問題点7)従来の陽電子発生装置では、輸送部は、全て磁場で輸送するか、全て電界で輸送していた。全て磁場で輸送する場合には、試料部106(134)における陽電子は螺旋運動をしているので、角度の情報が失われて精密な測定を行うことができないという問題点があった。また、電界で輸送する場合には、輸送の途中でビームが広がってしまい、試料部106(134)に達するまでに、かなりの陽電子が失われてしまうという問題点があった。また、最近、最初は磁場で輸送し、ある位置で電界輸送に切り替えるといった装置も現れてきたが、この場合、線源部には磁界がかかっているため、モデレータ153(132)から発生する陽電子ビームのエミッタンスが大きくなるという問題点があった。

【0026】(問題点8)従来の陽電子発生装置では、直流化部の電極を通る時に電極の作る電界によって陽電子のビーム径が広がるという問題点があった。

【0027】(問題点9)従来の陽電子発生装置では、陽電子ビームの試料への入射位置を制御する手段がなかったため、格子欠陥等の2次元マップを迅速に測定することができないという問題点があった。

【0028】(問題点10)従来の陽電子発生装置では、パルス化を行う時に多量の陽電子が失われるといった問題点があった。また、自由にパルスの幅や周期を変えることが難しいという問題点があった。

【0029】(問題点11)従来の陽電子発生装置では、陽電子の加速エネルギーを変化させる時に発生する軌道のずれを電磁石を用いて補正していた。この場合、チェンバやチェンバ付近に取り付けてある磁性体や、チェンバの溶接部等が磁化して軌道に再現性がなくなるといった問題点があった。

【0030】請求項1の発明は、上記のような問題点を解消するためになされたもので、多量の陽電子ビームを発生できる陽電子発生装置を提供することを目的とする。

【0031】請求項2乃至請求項3の発明は、陽電子発生装置の組立時、取扱い時にアイソトープから発生する放射線の被爆を少なくできる陽電子発生装置を提供することを目的とする。

【0032】請求項4乃至請求項8の発明は、陽電子発生装置のアイソトープを設置する際、または、一度取り外した後、再設置する際に、同じ位置に精度良く設置を行うことができる陽電子発生装置を提供することを目的とする。

【0033】請求項9の発明は、モデレータのアニーリングを装置内で簡便に行うことができる陽電子発生装置を提供することを目的とする。

【0034】請求項10乃至請求項11の発明は、計測装置へ達するビームの性能を良くし、かつ、計測時のバックグラウンドノイズを小さくできる陽電子発生装置を提供することを目的とする。

【0035】請求項12乃至請求項13の発明は、多量の陽電子を発生できる陽電子発生装置を提供することを目的とする。

【0036】請求項14乃至請求項16の発明は、放射線被爆量を少なくできる陽電子発生装置を提供することを目的とする。

【0037】請求項17の発明は、多量で特性の優れた陽電子を試料部まで導くことができる陽電子発生装置を提供することを目的とする。

【0038】請求項18の発明は、直流化した陽電子ビームの特性を優れたものとして行うことができる陽電子発生装置を提供することを目的とする。

【0039】請求項19乃至請求項20の発明は、陽電子を2次元平面上に簡便に走査することができる陽電子発生装置を提供することを目的とする。

【0040】請求項21乃至請求項22の発明は、陽電子を簡便にパルス化できる陽電子発生装置を提供することを目的とする。

【0041】請求項23乃至請求項24の発明は、加速エネルギーを変化させた時に生じる軌道歪みを簡便に補正できる陽電子発生装置を提供することを目的とする。

【0042】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明に係る陽電子発生装置は、2個以上のアイソトープを陽電子の進行方向を法線とする平面に沿って配設し、湾曲形状の円または球の中心が上記線源部と反対方向となるようにモデレータを配設したものである。

【0043】請求項2の発明に係る陽電子発生装置は、線源部のアイソトープとモデレータ部との間に、陽電子の通過経路に出し入れ可能な遮蔽手段を配設したものである。

【0044】請求項3の発明に係る陽電子発生装置は、線源部とモデレータ部の距離を変化させる距離可変手段を線源部またはモデレータ部のいずれか一方に取り付けたものである。

【0045】請求項4の発明に係る陽電子発生装置は、線源部の上流部、即ち線源部に対してモデレータ部と反対の位置に線源部と異なるビームダクトを配設し、アイソトープを上記ビームダクト中に移送する移送手段を設け、さらに、ビームダクトと共にアイソトープを上記線源部から取り外すことが可能な脱着手段を設けたものである。

【0046】請求項5の発明に係る陽電子発生装置は、

アイソトープを線源部と異なるビームダクト中に移送する移送手段として、電磁誘導を利用した電磁手段を用いるようにしたものである。

【0047】請求項6の発明に係る陽電子発生装置は、アイソトープを支持する線源ホルダの外形を錘形状にし、かつ、アイソトープに対向する側に配設される支持台に、上記線源ホルダが嵌合する錘形状の穴部を設けたものである。

【0048】請求項7の発明に係る陽電子発生装置は、アイソトープを支持する線源ホルダの外形を凸形状にし、かつ、アイソトープに対向する側に配設される支持台に、上記線源ホルダが嵌合する凹形状の穴部を設けたものである。

【0049】請求項8の発明に係る陽電子発生装置は、アイソトープを支持する線源ホルダに弾性部材より形成された止めがねを設け、線源ホルダが嵌合される支持台の穴部中に上記止めがねが収まる凹部を設けたものである。

【0050】請求項9の発明に係る陽電子発生装置は、モデレータ部を陽電子の通過経路から移送させる可動手段を有し、かつ上記モデレータ部を陽電子通過経路から引き抜いた位置近傍に、上記モデレータ部を加熱する赤外線発生装置を有する構造としたものである。

【0051】請求項10の発明に係る陽電子発生装置は、ターゲットとモデレータ部の間に所定のスリットを有する陽電子集束手段を配設したものである。

【0052】請求項11の発明に係る陽電子発生装置は、ターゲットとモデレータ部の間に、スリットの形状、またはその大きさを変更可能な陽電子集束手段を配設したものである。

【0053】請求項12の発明に係る陽電子発生装置は、加速器と当該装置を切り離し、所定の間隔を空けて配設すると共に、上記加速器に対向する当該装置の大気部と真空部の境界にターゲットを配設したものである。

【0054】請求項13の発明に係る陽電子発生装置は、加速器と当該装置を切り離し、所定の間隔を空けて配設すると共に、上記加速器側の大気部と真空部の境界と、当該陽電子発生装置側の大気部と真空部の境界との双方にターゲットを配設したものである。

【0055】請求項14の発明に係る陽電子発生装置は、ターゲットと遮蔽手段、あるいは、アイソトープもしくはアイソトープを取り付けた線源ホルダと遮蔽手段を一体構造としたものである。

【0056】請求項15の発明に係る陽電子発生装置は、遮蔽手段の周囲をアウトガス量の少ない金属または絶縁体、例えばアルミ等で覆ったものである。

【0057】請求項16の発明に係る陽電子発生装置は、遮蔽手段の陽電子の進行方向の長さをアイソトープあるいはコンバータ部より長くしたものである。

【0058】請求項17の発明に係る陽電子発生装置

は、線源部およびモデレータ部には陽電子を電界で輸送する第1の電極群を有し、輸送部には陽電子を磁界で輸送する電磁手段を有し、測定部には陽電子を電界で輸送する第2の電極群をとりつけたものである。

【0059】請求項18の発明に係る陽電子発生装置は、輸送部の上流側の陽電子の通過経路に電極を配設し、輸送部の下流側の陽電子通過経路にモデレータを配設するとともに、上記電極とモデレータとに所定の電圧を印加し、パルス状の陽電子ビームを連続ビームとする電源を設けたものである。

【0060】請求項19の発明に係る陽電子発生装置は、測定部付近に、印加される交流電流により陽電子のビームを平面状に走査する走査電磁手段を配設したものである。

【0061】請求項20の発明に係る陽電子発生装置は、測定部に、上下方向と左右方向の各々に、印加された交流電圧により陽電子のビームを平面状に走査する一対以上の電極を設けたものである。

【0062】請求項21の発明に係る陽電子発生装置は、交流で励磁する電磁手段を陽電子の進行方向に沿って配設すると共に、陽電子の通過経路上に、所定のスリットを有する遮蔽手段を設けたものである。

【0063】請求項22の発明に係る陽電子発生装置は、交流電圧が印加される一組以上の電極を陽電子の通過経路に沿って配設するとともに、陽電子の通過経路上に、所定のスリットを有する遮蔽手段を設けたものである。

【0064】請求項23の発明に係る陽電子発生装置は、測定部付近の上下、または左右方向、あるいは上下左右方向に、所定の角度傾けた方向で、陽電子のビーム軌道を補正する一対以上の電極を設けたものである。

【0065】請求項24の発明に係る陽電子発生装置は、陽電子のエネルギー毎に、陽電子の軌道を補正するために必要とされる電極に印加する電圧を予め測定し、実際の測定時には、陽電子のエネルギーを変化させる毎に、制御手段を用いて自動的に上記陽電子の軌道を補正するようにしたものである。

【0066】

【作用】請求項1の発明における陽電子発生装置は、陽電子の進行方向を法線とする平面に沿って2個以上のアイソトープを配設し、該2個以上のアイソトープから放射される陽電子を、湾曲形状の円または球の中心が線源部と反対方向となるように配設したモデレータにより集束するので、多量の陽電子ビームが発生する。

【0067】請求項2の発明における陽電子発生装置は、線源部のアイソトープとモデレータ部との間で、陽電子の通過経路に、遮蔽手段を出し入れ可能とするので、陽電子発生装置の組立時、取扱い時にアイソトープから発生する放射線の被爆量が少なくなる。

【0068】請求項3の発明における陽電子発生装置

10

20

30

40

50

は、線源部とモデレータ部の距離を、線源部またはモデレータ部のいずれか一方に取り付けた距離可変手段により変化させるので、陽電子発生装置の組立時、取扱い時にアイソトープから発生する放射線の被爆が少なくなる。

【0069】請求項4の発明における陽電子発生装置は、線源部の上流部、即ち線源部に対してモデレータ部と反対の位置に線源部と異なるビームダクトを配設し、移送手段によってアイソトープを上記ビームダクト中に移送し、さらに、ビームダクトと共にアイソトープを脱着手段により上記線源部から取り外し可能としたため、陽電子発生装置の組立時、取扱い時にアイソトープから発生する放射線の被爆量が少なくなる。

【0070】請求項5の発明における陽電子発生装置は、アイソトープを線源部と異なるビームダクト中に移送する移送手段として、電磁誘導を利用した電磁手段を用いるようにしたので、陽電子発生装置のアイソトープを設置する際、または、一度取り外した後、再設置するさいに、同じ位置に精度よく設置される。

【0071】請求項6の発明における陽電子発生装置は、アイソトープを支持する線源ホルダの外形を錘形状にし、かつ、アイソトープに対向する側に配設される支持台に、上記線源ホルダが嵌合する錘形状の穴部を設けたので、陽電子発生装置のアイソトープを設置する際、または、一度取り外した後、再設置するさいに、同じ位置に精度よく設置をされる。

【0072】請求項7の発明における陽電子発生装置は、アイソトープを支持する線源ホルダの外形を凸形状にし、かつ、アイソトープに対向する側に配設される支持台に、上記線源ホルダが嵌合する凹形状の穴部を設けたので、陽電子発生装置のアイソトープを設置する際、または、一度取り外した後、再設置するさいに、同じ位置に精度よく設置される。

【0073】請求項8の発明における陽電子発生装置は、アイソトープを支持する線源ホルダに弾性部材より形成された止めがねを設け、線源ホルダが嵌合される支持台の穴部中に上記止めがねが収まる凹部を設けたので、陽電子発生装置のアイソトープを設置する際、または、一度取り外した後、再設置するさいに、同じ位置に精度よく設置される。

【0074】請求項9の発明における陽電子発生装置は、モデレータ部を陽電子の通過経路から移送させる可動手段を有し、かつ上記モデレータ部を陽電子通過経路から引き抜いた位置近傍に、上記モデレータ部を加熱する赤外線発生装置を有する構造としたので、モデレータのアニーリングを陽電子発生装置中で簡便に行える。

【0075】請求項10の発明における陽電子発生装置は、ターゲットとモデレータ部の間に所定のスリットを有する陽電子集束手段を配設したので、計測装置に達するビームの性能が向上し、且つ、計測時のバックグラウ

ンドノイズが少なくなる。

【0076】請求項11の発明における陽電子発生装置は、ターゲットとモデレータ部の間に、スリットの形状、またはその大きさを変更可能な陽電子集束手段を配設したので、計測装置に達するビームの性能が向上し、且つ、計測時のバックグラウンドノイズが少なくなる。

【0077】請求項12の発明における陽電子発生装置は、加速器と当該装置を切り離し、所定の間隔を空けて配設すると共に、上記加速器に対向する当該装置の大気部と真空部の境界にターゲットを配設したので、多量の陽電子が発生される。

【0078】請求項13の発明における陽電子発生装置は、加速器と当該装置を切り離し、所定の間隔を空けて配設すると共に、上記加速器側の大気部と真空部の境界と、当該装置側の大気部と真空部の境界との双方にターゲットを配設したので、多量の陽電子が発生される。

【0079】請求項14の発明における陽電子発生装置は、ターゲットと遮蔽手段、あるいは、アイソトープもしくはアイソトープを取り付けた線源ホルダと遮蔽手段を一体構造としたので、放射線被爆量が少なくなる。

【0080】請求項15の発明における陽電子発生装置は、遮蔽手段の周囲をアウトガス量の少ない金属または絶縁体、例えばアルミ等で覆ったので、放射線被爆量が少なくなる。

【0081】請求項16の発明における陽電子発生装置は、遮蔽手段の陽電子の進行方向の長さをアイソトープあるいはコンバータ部より長くしたので、放射線被爆量が少なくなる。

【0082】請求項17の発明における陽電子発生装置は、線源部およびモデレータ部には陽電子を電界で輸送する第1の電極を有し、輸送部には陽電子を磁界で輸送する電磁手段を有し、測定部には陽電子を電界で輸送する第2の電極を取り付けたので、多量で特性の優れた陽電子が試料部まで導かれる。

【0083】請求項18の発明における陽電子発生装置は、輸送部の上流側の陽電子の通過経路に電極を配設し、輸送部の下流側の陽電子通過経路にモデレータを配設するとともに、上記電極とモデレータとに所定の電圧を印加し、パルス状の陽電子ビームを連続ビームとする電源を設けたので、直流化した陽電子ビームの特性が優れたものとなる。

【0084】請求項19の発明における陽電子発生装置は、測定部付近に配設した走査電磁手段により、印加される交流電流に応じて陽電子のビームを平面状に走査するようにしたので、陽電子が2次元平面状に簡便に走査される。

【0085】請求項20の発明における陽電子発生装置は、測定部に、陽電子の通過経路に対して上下方向と左右方向の各々に設けた一対以上の電極により、印加された交流電圧に応じて陽電子のビームを平面状に走査する

を設けたので、陽電子ビームが平面状に簡便に走査される。

【0086】請求項21の発明における陽電子発生装置は、交流で励磁する電磁手段を陽電子の進行方向に沿って配設すると共に、陽電子の通過経路上に、所定のスリットを有する遮蔽手段を設けたので、陽電子が簡便にパルス化される。

【0087】請求項22の発明における陽電子発生装置は、交流電圧が印加される一組以上の電極を陽電子の通過経路に沿って配設するとともに、陽電子の通過経路上に、所定のスリットを有する遮蔽手段を設けたので、陽電子が簡便にパルス化される。

【0088】請求項23の発明における陽電子発生装置は、測定部付近の上下、または左右方向、あるいは上下左右方向に、所定の角度傾けた方向で、陽電子のビーム軌道を補正する一対以上の電極を設けたので、加速エネルギーを変化させた時に生じる軌道歪みが簡便に補正される。

【0089】請求項24の発明における陽電子発生装置は、陽電子のエネルギー毎に、陽電子の軌道を補正するために必要とされる電極に印加する電圧を予め測定し、実際の測定時には、陽電子のエネルギーを変化させる毎に、制御手段を用いて自動的に上記陽電子の軌道を補正するので、加速エネルギーを変化させた時に生じる軌道歪みが簡便に補正される。

【0090】

【実施例】

実施例1. 以下、この発明の一実施例を図について説明する。図1は請求項1の発明の一実施例による陽電子発生装置の線源部の構成を示す模式図であり、陽電子が発生するしくみは従来の陽電子発生装置と同様であるので説明を省略する。図1において、1は陽電子を放射するアイソトープ、2はアイソトープ1を支持する線源ホルダである。アイソトープ1、線源ホルダ2は、複数個平面上に並べて配設されている。3は輸送部側に開口面を有する湾曲状のモデレータである。1個当たりのアイソトープ1から発生する陽電子数は、従来と同様に少ないが、図1に示すように、複数個並べることで、1つの装置としては多数個の陽電子を発生させることが可能である。多数の陽電子を発生させても、陽電子のビーム径が大きいと、輸送の過程でビームがロスしたり、測定部でノイズ源となったりして効果がない。そこで、モデレータ3の構造を湾曲状にして陽電子を集束させている。陽電子は、モデレータ3の表面に対して垂直に出てくる性質があるので上記構造とすることで陽電子を集束させることができる。

【0091】また、4はモデレータ3から放射される陽電子を所定のビーム径で集束させる引き出し電極である。引き出し電極4は、内側に設けられた負側（－）の電極4aと、その周囲に設けられた正側（＋）の電極4

bとに分割されており、負側の電極4aの中央部には、陽電子が通過するための孔部4cが設けられている。

【0092】次に、動作について説明する。複数のアイソトープ1から発生した陽電子は、湾曲状のモデレータ3に入射し、該モデレータ3の表面に対して垂直に出てくる。したがって、まず、この段階で陽電子を集束させることができる。次いで、モデレータ3から放射される陽電子は、図2に示すように、引き出し電極4で発生した電界により、さらに集束されて下流側の輸送部へ導かれる。このように、この実施例1では、多量の陽電子ビームを発生できる。

【0093】実施例2. 図3は請求項2の発明の一実施例を示す陽電子発生装置の線源部の構成を示す模式図であり、図1に対応する部分には同一の符号を付して説明を省略する。なお、陽電子が発生するしくみは従来の陽電子発生装置と同様であるので説明を省略する。図3において、5は鉛等の放射線を遮蔽する部材から構成される遮蔽板（遮蔽手段）であり、6は遮蔽板5を引き抜くモータである。

【0094】次に、動作について説明する。モデレータ3や、図示しない輸送部、および測定部等のメンテナンスを行う際には、アイソトープ1から発生する陽電子やγ線を遮蔽する必要がある。そこで、メンテナンスを行う時には、モータ6を駆動して、陽電子の通過経路上に遮蔽板5を挿入し、アイソトープ6から発生する放射線を遮蔽する。また、通常の利用の時は遮蔽板5を引き抜く。このように、実施例2では、メンテナンス時に遮蔽板5を挿入することにより、陽電子発生装置の組立時、取扱い時にアイソトープから発生する放射線の被爆を少なくできる。

【0095】実施例3. 図4は請求項2の発明の一実施例を示す陽電子発生装置の線源部の構成を示す模式図であり、図1ないし3に対応する部分には同一の符号を付して説明を省略する。なお、陽電子が発生するしくみは従来の陽電子発生装置と同様であるので説明を省略する。この実施例3では、図3に示すモータ6に代えて、遮蔽板5を手動で引き抜く手動式装置7を設けている。上述した実施例2においては、遮蔽板5の移動をモータ6で行っていたが、本実施例3では手動式装置7で行う。

【0096】実施例4. 図5は請求項3の発明の一実施例を示す陽電子発生装置の線源部の構成を示す模式図であり、図4に対応する部分には同一の符号を付して説明を省略する。なお、陽電子が発生するしくみは従来の陽電子発生装置と同様であるので説明を省略する。図5において、8はモデレータ3を陽電子の進行方向または逆方向に移動させるモータ（距離可変手段）である。一般に、低速陽電子は、アイソトープ1とモデレータ3の距離が近い程発生量が多い。しかし、遮蔽板5をアイソトープ1とモデレータ3との間に挿入する構造とすると、

アイソトープ 1 とモデレータ 3 の距離を近づけることが難しくなる。そこで、モデレータ 3 を陽電子の進行方向または逆方向に移動させるモータ 8 を取り付けている。

【0097】次に、動作について説明する。遮蔽板 5 を陽電子の通路から引き抜いている時、すなわち実際の運転時には、モータ 8 を駆動してモデレータ 3 を陽電子の進行逆方向に移動させ、アイソトープ 1 との距離を近づけ、一方、メンテナンス等において遮蔽板 5 を挿入している時には両者の距離を遠ざける。

【0098】実施例 5. 上述した実施例 4 では、図 5 におけるモデレータ 3 の陽電子の進行方向または逆方向への移動は、モータ 8 によって行っていたが、手動式でも同様な機能を果たすことが可能である。

【0099】実施例 6. 図 6 は請求項 3 の発明の一実施例を示す陽電子発生装置の線源部の構成を示す模式図であり、図 5 に対応する部分には同一の符号を付して説明を省略する。なお、陽電子が発生するしくみは従来の陽電子発生装置と同様であるので説明を省略する。図 6 において、9 はアイソトープ 1 および線源ホルダ 2 を陽電子の進行方向または逆方向に移動させるモータ（距離可変手段、移送手段）であり、略 L 字型のガイド 17 で上記線源ホルダ 2 に接続されている。前述したように、遮蔽板 5 を挿入する構造とすると、アイソトープ 1 とモデレータ 3 との距離を近づけることが難しくなるので、アイソトープ 1 および線源ホルダ 2 を陽電子の進行方向または逆方向に移動させるモータ 9 を取り付けている。

【0100】次に、動作について説明する。遮蔽板 5 を陽電子の通路から引き抜いている時、すなわち実際の運転時には、モータ 9 を駆動してアイソトープ 1 および線源ホルダ 2 を陽電子の進行方向に移動させ、モデレータ 3 との距離を近づけ、一方、メンテナンス等において遮蔽板 5 を挿入している時には両者の距離を遠ざける。

【0101】実施例 7. 上述した図 6 においては、アイソトープ 1 および線源ホルダ 2 をモータ 9 によって陽電子の進行方向または逆方向へ駆動したが、手動式でも同様な機能を果たすことが可能である。

【0102】実施例 8. 図 7 は請求項 3 の発明の一実施例を示す陽電子発生装置の線源部の構成を示す模式図であり、図 6 に対応する部分には同一の符号を付して説明を省略する。なお、陽電子が発生するしくみは従来の陽電子発生装置と同様であるので説明を省略する。図 7 において、この実施例 8 では、前述した実施例 6 とは、線源ホルダを陽電子の進行方向または逆方向に移動させるモータ 9 の構造が異なる。すなわち、実施例 6 ではモータ 9 と線源ホルダ 2 とを接続するガイド 17 は略 L 型で曲がっていたが、本実施例 8 では直線の棒状であり、アイソトープ 1 および線源ホルダ 2 は直線的に進退する。この実施例 8 による構造は、線源部より上流側（即ち試料部と反対方向）の装置長が短い場合に特に有効である。

【0103】実施例 9. 上述した図 7 に示す実施例 8 においては、線源ホルダ 2 を陽電子の進行方向または逆方向へモータ 9 により駆動したが、手動式でも同様な機能を果たすことが可能である。

【0104】実施例 10. 図 8 は請求項 4 の発明の一実施例を示す陽電子発生装置の線源部の構成を示す模式図であり、図 7 に対応する部分には同一の符号を付して説明を省略する。なお、陽電子が発生するしくみは従来の陽電子発生装置と同様であるので説明を省略する。図 8 において、10 は真空バルブ（脱着手段）、11 はビームダクト、12 は陽電子発生装置側のビームダクトである。ビームダクト 11 とビームダクト 12 とは、切り離し可能に設けられており、真空バルブ 10 は、この間に設置されている。

【0105】次に、動作について説明する。まず、装置のメンテナンス時には、モータ 9 を駆動して、アイソトープ 1、線源ホルダ 2 をビームダクト 11 内に引き抜く。そして、真空バルブ 10 を閉めた後、ビームダクト 11、12 を切り離す。その後、アイソトープ 1、線源ホルダ 2、モータ 9、およびビームダクト 12 を一体として安全な場所に保管して、装置のメンテナンスを行う。図 9 は、ビームダクト 11 を取り外した後の様子を示す模式図であり、図 8 に対応する部分には、同一の符号を付けている。

【0106】実施例 11. 上述した図 8 においては、アイソトープ 1、線源ホルダ 2 をモータ 9 によって陽電子の進行方向または逆方向へ駆動したが、手動式でも同様な機能を果たすことが可能である。

【0107】実施例 12. 図 10 は請求項 5 の発明の一実施例を示す陽電子発生装置の線源部の構成を示す模式図であり、図 9 に対応する部分には同一の符号を付して説明を省略する。なお、陽電子が発生するしくみは従来の陽電子発生装置と同様であるので説明を省略する。図 10 において、13 はビームダクト 11 内に設けられた円筒形のコイル（電磁手段）、14 はコイル 13 に軸中心に挿入された磁性体（電磁手段）、15 はコイル 13 に所定の電圧を供給する電源である。電源 15 によってコイル 13 に通電すると、電磁誘導によって、磁性体部 14 が図中の可動方向に移動するようになっている。

【0108】次に、動作について説明する。メンテナンス時には、電源 15 によってコイル 13 に通電すると、電磁誘導によって、磁性体部 14 が図中の可動方向に移動し、磁性体部 14 に接続された線源ホルダ 2 がアイソトープ 1 とともに、ビームダクト 11 内に移動される。それ以降の操作は実施例 10 と全く同様なので省略する。

【0109】実施例 13. 図 11 は請求項 6 の発明の一実施例を示す陽電子発生装置の線源部の構成を示す模式図である。図 11 において、1 はアイソトープ、2a は錘状に形成され、アイソトープ 1 を支持する線源ホルダ

である。16aは上記線源ホルダ2aが嵌合すべく、線源ホルダ2a側を錘状の凹部を有する支持台である。また、17は線源ホルダ2aを、所定の位置である上記支持台16aまで導くガイドである。ガイド17の左側には、図示しない可動手段（モータ、手動式装置など）が配設してあり、アイソトープ1および線源ホルダ2aを陽電子の進行方向または逆方向に移動させる。

【0110】次に、動作について説明する。アイソトープ1と線源ホルダ2aを所定の位置に設置する際、図示しない可動機能によりアイソトープ1と線源ホルダ2aを、陽電子の進行方向（図面右側）に移動させ、錘状の線源ホルダ2aを支持台16aの凹部に嵌合させる。線源ホルダ2aとアイソトープ1は、支持台16aに正確に嵌合するため、アイソトープ1を所定の位置に精度よく固定できる。

【0111】実施例14。図12は請求項7の発明の一実施例を示す陽電子発生装置の線源部の構成を示す模式図であり、図11に対応する部分には同一の符号を付して説明を省略する。なお、陽電子が発生するしくみは従来の陽電子発生装置と同様であるので説明を省略する。図12において、2bは搬送路側の形状を凸状にした線源ホルダであり、16bは該線源ホルダ2bが嵌合する凹部を有する支持台である。ガイド17の左側には、図11と同様に、図示しない可動手段（モータ、手動式装置）が配設してある。

【0112】次に、動作について説明する。アイソトープ1と線源ホルダ2bを所定の位置に設置する際、図示しない可動機能によりアイソトープ1と線源ホルダ2bを、陽電子の進行方向（図面右側）に移動させ、錘状の線源ホルダ2bを支持台16bの凹部に嵌合させる。線源ホルダ2bとアイソトープ1は、支持台16bに正確に嵌合するため、アイソトープ1を所定の位置に精度よく固定できる。

【0113】実施例15。図13は請求項8の発明の一実施例を示す陽電子発生装置の線源部の模式図であり、図12に対応する部分には同一の符号を付して説明を省略する。なお、陽電子が発生するしくみは従来の陽電子発生装置と同様であるので説明を省略する。図13において、18は線源ホルダ2cの両側部に設けられた、湾曲状の弾性部材（スプリング）からなる止めがねである。また、16cは線源ホルダ2cが嵌合する凹部を有する支持台であり、支持台16には上記止めがね18が嵌合する窪み部が設けられている。ガイド17の左側には、可動手段（モータ、手動式装置）機能が配設してあり、アイソトープ1および線源ホルダ2cを左右に移動させるようになっている。

【0114】次に、動作について説明する。アイソトープ1と線源ホルダ2cを所定の位置に設置する際、図示しない可動手段により線源ホルダ2cを陽電子の進行方向（図面右側）に移動させ、支持台16cに嵌合する。こ

のとき、線源ホルダ2cに設けられたスプリング状の止めがね18が支持台16に設けられた窪み部に嵌合する。このため、アイソトープ1を所定の位置に精度よく固定できる。

【0115】実施例16。上述した実施例15では、線源ホルダ2cにスプリング状の止めがね18を設けるとともに、線源ホルダ2cが嵌合する支持台16cに止めがね18が嵌合する窪み部を設けることにより、アイソトープ1を所定の位置に精度よく固定したが、支持台16cにスプリング状の止めがね18を設け、線源ホルダ2cに窪み部を設けることによっても同様の効果を得ることが可能である。

【0116】実施例17。図14は請求項9の発明の一実施例を示す陽電子発生装置の線源部の構成を示す模式図である。図14において、3はモデレータ、12はビームダクト、19は赤外線透過する窓部、20は所定波長の赤外線を発生する赤外線発生装置（赤外線発生手段）、21はモデレータ3に接続されたガイド、22はガイド21を介してモデレータ3を上下方向に移動させる可動手段としての可動装置（モータ、手動式装置）である。一般に、モデレータ3を長時間使用していると、格子欠陥や、炭素等の付着物の影響により低速陽電子の発生数が減る。したがって、定期的にアニーリングする必要がある。そこで、本実施例17では、モデレータ3を取り出すことなく、上記赤外線発生装置20によって発生した赤外線により、アニーリングするようになっている。

【0117】次に、動作について説明する。モデレータ3をアニーリングする際には、まず、可動装置22を駆動し、ガイド21を介して、（1）モデレータ3を上方に引き抜く。次に、（2）窓部19を通して赤外線発生装置20からの赤外線でモデレータ3の温度をその金属の融点近くまで上昇させてアニーリングを行う。図15はアニーリング中の概念図を示す模式図である。図中の符号は全て図14と同様である。なお、可動装置22はモータであっても、手動式装置であってもよい。

【0118】実施例18。図16は請求項10の発明の一実施例を示す陽電子発生装置の線源部の構成を示す模式図である。図16において、23はライナック等の加速器で加速された光速度近い電子ビームの衝突により制動X線を放射するターゲット、24は中央部に円形の孔部を有するスリット24aを有する遮蔽板（陽電子集束手段）、3はモデレータである。

【0119】次に、動作について説明する。ライナック等の加速器で加速された光速度近い電子ビームは、ターゲット23に衝突し制動X線を放出する。この制動X線は、ある確率で電子と陽電子を生じる。ターゲット23から放射された陽電子ビームは、ターゲット23の入射面における電子ビームと比べて広がったビームとなっている。この広がったビームは、スリット24aにおい

て、ある一部の陽電子ビームのみが孔部を通過し、モデレータ3に達する。モデレータ3から放出される低速の陽電子ビームは、スリット24aが無い場合と比較すると、絞られたビームとなる。なお、スリット24aにおいて、陽電子ビームの量は減少するが、発散角の大きな陽電子ビームは測定時に不要であるので問題とならない。

【0120】実施例19. 図17(a)～(c)は請求項11の発明の一実施例を示す陽電子発生装置の線源部の構成を示す模式図であり、(a)は側面図であり、

(b)はスリットの正面図、(c)は同スリットの側面図である。なお、図16に対応する部分には同一の符号を付して説明を省略する。図17(a)において、25は請求項11に示された、スリットの孔部の形状や径を可変とするスリットである。スリット25は、図17

(b)に示すように、上下左右にそれぞれ1枚ずつ配設された遮蔽板25a、25b、25c、25dを有し、各々、矢印方向に可動な構造を持たせている。上記遮蔽板25a、25b、25c、25dは、同図(c)に示すように、陽電子の進行方向に少しずつずらして配設されている。

【0121】次に、動作について説明する。上記構成において、遮蔽板25a、25b、25c、25dを図示しない可動手段により図示の矢印方向に移動させて、これら遮蔽板25a、25b、25c、25dに形成される孔部26の形状を可変するとともに、穴径を変化させる。この結果、ターゲット23で発生した陽電子ビームを任意の形状、任意の径に絞ることが可能となる。

【0122】実施例20. 図18は請求項12の発明の一実施例を示す陽電子発生装置の線源部の構成を示す模式図である。図18において、30はライナック等の加速器側のビームダクト、31は陽電子発生装置側のビームダクト、32はビームダクト30の端部に設けられたフランジ、27はターゲット、3はモデレータである。フランジ32とターゲット27との間は、所定の間隔で離された状態で配設されており、該ギャップは大気にさらされている。モデレータ3で低速化された陽電子ビームは、その後、加速する必要があるので、通常、線源部は接地面に対して(+)数十KVの高圧に浮かしてある。しかし、ライナック等の加速器側におけるビームダクト30は、通常、接地してあるので、陽電子発生装置側のビームダクト31とライナック等の加速器側のビームダクト30とは絶縁する必要がある。そこで、本実施例20では、フランジ32とターゲット27との間を、所定の間隔で離した状態で配設している。

【0123】次に、動作について説明する。上記構成において、ライナック等の加速器で発生した電子ビームは、フランジ32を通り、一旦、大気中に出る。その後、陽電子発生装置側の真空と大気部の境界に配設されたターゲット27に衝突する。そこで発生した陽電子

は、モデレータ3以降へ導かれる。この場合、ターゲット27は大気中にあるので、ターゲット27の冷却や、放熱等を容易に行うことができる。

【0124】実施例21. 図19は請求項13の発明の一実施例を示す陽電子発生装置の線源部の構成を示す模式図であり、図18に対応する部分には同一の符号を付して説明を省略する。図19においては、ライナック等の加速器側のビームダクト30の端部と、陽電子発生装置側のビームダクト31の端部との双方に、ターゲット27、27を設けている。これらターゲット27、27は、上述した実施例20の理由と同様に、接地面に対して(+)数十KVの高圧に浮かした線源部と、ライナック等の加速器側における接地されたビームダクト30とを絶縁するために、大気にさらされている。

【0125】次に、動作について説明する。本実施例21では、ライナック等の加速器で発生した電子ビームは、ライナック等の加速器側のビームダクト30において、大気と真空部の境界に配設されたターゲット27を通り一旦大気中に出る。このとき、電子ビームの一部は陽電子に変わる。そして、該陽電子は、陽電子発生装置側において、真空と大気部の境界に配設されたターゲット27に衝突する。その後、陽電子はモデレータ3以降へ導かれる。ターゲット27、27は大気中にあるので、冷却や、放熱等を容易に行うことができる。

【0126】また、実施例20の場合には、電子ビームの一部が図18に示すフランジ32で失われたが、本実施例21の場合にはそのようなことはない。しかし、陽電子が大気中を通るので、ある程度の減衰は生じる。実施例20と、実施例21とのどちらにおいて、多量の陽電子ビームが発生するかは、ライナック等の加速器で発生する電子ビームのエネルギーで決まる。

【0127】実施例22. 図20(a)、(b)は請求項14の発明の一実施例を示す陽電子発生装置の線源部の構成を示す模式図であり、(a)はその線源部の横断面図、(b)はその正面図である。図20(a)、

(b)において、1はアイソトープ、2はアイソトープ1を支持する線源ホルダ、40は線源ホルダ2の外周部を覆う鉛等の遮蔽物(遮蔽手段)である。陽電子発生装置の建設時やメンテナンス時には、アイソトープ1を陽電子発生装置から取り外す必要がある。この取り外し作業では、手等で直接アイソトープ1に触るため、被爆量が多くなる。これを防ぐために、線源ホルダ2の周囲に鉛等の遮蔽物40を配設し、アイソトープ1、線源ホルダ2、遮蔽物40を一体構造とする。そして、手で取り扱う時には遮蔽物40を把持すれば、被爆量を少なくすることができる。

【0128】実施例23. 図21(a)、(b)、

(c)は請求項15の発明の一実施例を示す陽電子発生装置の線源部の構成を示す模式図であり、(a)はその線源部の横断面図、(b)はその正面図、そして(c)

はその一部拡大断面図である。図21(a)、(b)において、1はアイソトープ、2はアイソトープ1を支持する線源ホルダ、40は線源ホルダ2の外周部を覆う鉛等の遮蔽物である。

【0129】上述したように、陽電子発生装置の建設時や、メンテナンス時には、アイソトープ1を発生装置から取り外す必要があり、このとき、手等で直接アイソトープに触るため、被爆量が多くなる。これを防ぐために、線源ホルダ2の周囲に鉛等の遮蔽物40を配設し、アイソトープ1、線源ホルダ2、遮蔽物40を一体構造とし、手で取り扱う時には遮蔽物40を把持する。

【0130】上述した実施例22と異なる点は、同図(c)に示すように、遮蔽物40の周囲を、アルミ等のガス放出量の少ない物質からなる部材41で覆ったことにある。上記遮蔽物40に用いる鉛は、一般にガス放出量が多く、真空中に入れると、ガス源となり真空度が上がらない。真空度が悪いと、陽電子の寿命が短くなる。そこで、本実施例23では、遮蔽物40の周囲にアルミ等のガス放出量の少ない物質からなる部材41を配設し、アイソトープ1、線源ホルダ2、鉛等の遮蔽物40、アルミ等の部材41を一体型の構造としている。

【0131】実施例24。図22(a)、(b)は請求項16の発明の一実施例を示す陽電子発生装置の線源部の構成を示す模式図であり、(a)はその線源部の横断面図、(b)はその正面図である。図22(a)、

(b)において、1はアイソトープ、2はアイソトープ1を支持する線源ホルダ、40は線源ホルダ2の周囲を覆い、陽電子進行方向の長さをアイソトープ1の先端部まで延長させた鉛等の照射線を遮蔽する遮蔽物である。

【0132】上述したように、陽電子発生装置の建設時や、メンテナンス時には、アイソトープ1を発生装置から取り外す必要があり、このとき、手等で直接アイソトープに触るため、被爆量が多くなる。これを防ぐために、線源ホルダ2の周囲に鉛等の遮蔽物40を配設し、アイソトープ1、線源ホルダ2、遮蔽物40を一体構造とし、手で取り扱う時には遮蔽物40を把持する。

【0133】ところで、本実施例23では、鉛等の遮蔽物40の陽電子進行方向の長さをアイソトープ1の先端部まで延長させたので、アイソトープ1から四方八方に放出される陽電子を効果的に遮蔽することが可能である。したがって、アイソトープ1を手で取り扱う時の被爆量を極端に少なくすることができる。

【0134】実施例25。図23は請求項17の発明の一実施例を示す陽電子発生装置の構成を示す概略図である。図23において、50は線源部における陽電子ビームを輸送するために用いられ、図示しない所定の電源により電界を発生する電極(第1の電極群)、51は輸送部における陽電子を磁界によって輸送するために用いられるヘルムホルツコイル(電磁手段)である。また、52は入射される陽電子の軌道を補正して出射するための

モデレータであり、53は測定部における陽電子を輸送するために用いられ、図示しない所定の電源により電界を発生する電極(第2の電極群)である。

【0135】次に、動作について説明する。線源部のモデレータ表面から放出された低速陽電子は、電極50が作る静電界により輸送される。モデレータ部に磁界がかかっていると、モデレータ表面の陽電子ビームは螺旋運動をしながら放出されるため、陽電子ビームのビーム径やビーム広がりが大きくなる。すなわち、エミッタンスが大きくなる。線源部におけるエミッタンスは、一般に、測定部まで保存されるので、精密な測定が難しくなる。モデレータによりエンハンスメント・ブライツネスを行なえば、エミッタンスを小さくできるが、その強度が弱くなるという欠点がある。また、エミッタンスを小さくするには限界がある。したがって、線源部では電界で輸送するのが望ましい。

【0136】そこで、本実施例25における輸送部では、ヘルムホルツコイル51の作る磁界により輸送を行う。磁界で輸送すると、陽電子の輸送効率を100%近くにすることが可能である。これに対して、測定部では、電極53によって発生した電界で輸送する。輸送部での磁界輸送の際に、陽電子は螺旋運動をしているので、そのまま電界輸送をしても螺旋運動成分は残る。この螺旋運動をしている陽電子は、磁界輸送から電界輸送への切り替え部分に配設されたモデレータ52を通ることによって、モデレータ52の表面から垂直に放出される。したがって、モデレータ52から出射される陽電子は、螺旋運動をしない、発散角の小さいビームとなって試料部へ輸送される。

【0137】実施例26。図24は請求項18の発明の一実施例を示す陽電子発生装置の直流化装置の構成を示す模式図である。図24において、60は直流化装置の上流部における陽電子の輸送軌道に、該軌道に平行に配設された一対の電極であり、61は陽電子の輸送軌道に沿って配設されたヘルムホルツコイルである。また、62は陽電子の輸送軌道に設けられたモデレータであり、63は上記電極60およびモデレータ62に印加する電圧を制御する電源である。

【0138】次に、動作について説明する。電源63によって電極60に印加する電圧をパルス制御すると、陽電子は電極60とモデレータ62の間に蓄積される。モデレータ62の電圧を低くするに従って、陽電子は下流側に徐々に放出される。図示のように、陽電子の進行方向を放線とするように、モデレータ62を配設すれば、電界分布は陽電子進行方向とほぼ等しくなる。したがって、取り出された陽電子ビームは、発散角の小さな、よく絞られた小径のビームとすることが可能である。

【0139】実施例27。図25は請求項19の発明の一実施例を示す陽電子発生装置の2次元操作部の構成を示す模式図である。図25において、70は陽電子ビー

ムを偏向するコイル（電磁手段）であり、71は一方の開口部（下流側）を末広がりとし、他方の開口部の周囲に上記コイル70が巻回された磁性体である。また、72は表面解析等が行われる測定物であり、73は上記コイル70に所定の電圧を印加する交流電源である。

【0140】次に、動作について説明する。輸送部を輸送されてきた陽電子ビームは、コイル70、磁性体71によって作られる磁場で偏向される。交流電源73によりコイル70に印加する電圧を制御することにより、電子ビームを2次元に走査し、試料部72の全体の情報を得る。

【0141】また、試料72の表面における位置の情報は、交流電源73と、図示しない検出器のタイミング制御により連続的に得ることが可能である。得られたデータを画像処理することによって、試料の2次元画像がリアルタイムに得られる。

【0142】実施例28. 図26は請求項20の発明の一実施例を示す陽電子発生装置の2次元操作部の構成を示す模式図である。図26において、72は表面解析等が行われる測定物であり、73は交流電源である。74は陽電子ビームの軌道左右に配設された水平方向偏向電極（電極）であり、75は陽電子ビームの軌道上下に配設された垂直方向偏向電極（電極）である。これら水平方向偏向電極74および垂直方向偏向電極75には、上記交流電源73により所定の交流電圧が印加されるようになっている。

【0143】次に、動作について説明する。輸送部を輸送されてきた陽電子ビームは、水平方向偏向電極74、垂直方向偏向電極75で偏向される。交流電源73により水平方向偏向電極74および垂直方向偏向電極75に印加する電圧を制御することにより、電子ビームを2次元に走査し、試料部72の全体の情報を得る。

【0144】また、試料72の表面における位置の情報は、交流電源73と、図示しない検出器のタイミング制御により連続的に得ることが可能である。得られたデータを画像処理することによって、試料の2次元画像がリアルタイムに得られる。

【0145】実施例29. 図27は請求項21の発明の一実施例を示す陽電子発生装置の Puls 化装置の構成を示す模式図である。図27において、80は陽電子ビームの軌道上下に配設された電磁石（電磁手段）である。次に、81は陽電子ビームの軌道上に設けられ、細い孔部を有するスリット81aを有する遮蔽板（遮蔽手段）である。また、82は上記電磁石80に巻回されたコイルに所定の交流電圧を印加する交流電源である。

【0146】次に、動作について説明する。輸送部を輸送されてきた陽電子ビームは、アイソトープから発生した陽電子の場合には直流であり、加速器の電子ビームを元に発生させた場合には周期数100nsから数 μ sの Puls ビームである。寿命測定を行うには、このビーム

を任意の周期を有する Puls ビームにする必要がある。

【0147】陽電子ビームは、図27に示す電磁石80によって発生した磁界によって偏向を受け、スリット81a上を走査される。したがって、交流電源82により電磁石80に印加する交流電流を適宜制御すれば、上記スリット81a上を走査される陽電子ビームは、スリット81aに設けられた細い孔部に来たときに、この孔部を通り抜けて下流側（試料部側）に達する。すなわち、交流電源82の周波数を変えることにより、任意の Puls 幅の陽電子を作成することが可能である。

【0148】実施例30. 図28は請求項22の発明の一実施例を示す陽電子発生装置の Puls 化装置の構成を示す模式図であり、図27に対応する部分には同一の符号を付して説明を省略する。図28において、83は陽電子ビームの輸送軌道に沿って設けられ、交流電源82により所定の交流電圧が印加される偏向電極（電極）である。

【0149】次に、動作について説明する。輸送部を輸送されてきた陽電子ビームは、上述したように、アイソトープから発生した陽電子の場合には直流であり、加速器の電子ビームを元に発生させた場合には周期数100nsから数 μ sの Puls ビームである。寿命測定を行うには、このビームを任意の周期を有する Puls ビームにする必要がある。

【0150】陽電子ビームは、図28に示す偏向電極83が発生した磁界によって偏向を受け、スリット81a上を走査される。したがって、交流電源82により偏向電極83に印加する交流電圧を適宜制御すれば、上記スリット81a上を走査される陽電子ビームは、スリット81aに設けられた細い孔部81aに来たときに、この孔部81aを通り抜けて下流側（試料部側）に達する。すなわち、交流電源82の周波数を変えることにより、任意の Puls 幅の陽電子を作成することが可能である。

【0151】実施例31. 図29は請求項23の発明の一実施例を示す陽電子発生装置の位置補正装置の構成を示す模式図である。図29において、90は陽電子ビームの輸送軌道周囲に設けられた1対の加速電極である。次に、91は1対の加速電極90に所定の電圧を印加する高圧電源である。また、92は陽電子ビームの軌道周囲に設けられた位置調整用偏向電極（電極）であり、93は表面解析が行われる試料である。位置調整用偏向電極92は、加速電極90の下流で、試料93の上流に配設される。

【0152】次に、動作について説明する。一般に、磁場で輸送される陽電子は螺旋運動をしている。また、電界輸送の場合にも、加速電極90の中心を通るわけではないので、加速エネルギーを変える毎に試料93での陽電子ビームの位置が変化する。試料93の欠陥分析の時には、試料93に打ち込むエネルギーを徐々に変化させることで、打ち込む深さを変化させながら、データを取

る。このとき、陽電子の打ち込む位置が変わると正確なデータが取れない。そこで、本実施例30では、輸送部を輸送されてきた陽電子ビームを、高圧電源91により高電圧が印加された加速電極90により加速した後、位置調整用偏向電極92によって軌道補正を施して試料93に到達させる。このように、加速電極90の下流で、試料93の上流に、位置調整用偏向電極92を配設し、該位置調整用偏向電極92によって、加速された陽電子の軌道を補正することで、加速エネルギーが変化しても試料93での陽電子位置は変化しない。

【0153】実施例32、図30は請求項24の発明の一実施例を示す陽電子発生装置の位置補正装置の構成を示す模式図であり、図29に対応する部分には同一の符号を付して説明を省略する。図30において、94は位置調整用偏向電極92に所定の直流電圧を印加する直流電源である。また、95は高圧電源91および直流電源94を制御し、加速電極90および位置調整用偏向電極92に印加される電圧を制御する制御用コンピュータ(制御手段)である。

【0154】次に、動作について説明する。一般に、磁場で輸送される陽電子は螺旋運動をしている。また、電界輸送の場合にも、加速電極90の中心を通るわけではないので、加速エネルギーを変える毎に試料93での陽電子ビームの位置が変化する。試料93の欠陥分析の時には、試料93に打ち込むエネルギーを徐々に変化させることで、打ち込む深さを変化させながらデータを取る。このとき、陽電子の打ち込む位置が変わると正確なデータが取れない。そこで、本実施例30では、輸送部を輸送されてきた陽電子ビームを、高圧電源91により高電圧が印加された加速電極90により加速した後、位置調整用偏向電極92によって軌道補正を施して試料93に到達させる。このように、加速電極90の下流で、試料93の上流に、位置調整用偏向電極92を配設し、該位置調整用偏向電極92によって、加速された陽電子の軌道を補正することで、加速エネルギーが変化しても試料93での陽電子位置は変化しない。

【0155】ところで、実際の測定では連続的にエネルギーを変化させながらデータを取る必要がある。そこで、予め、加速エネルギーに対するビーム位置を測定し、制御用コンピュータ95中に取り込んでおく。そして、実際の測定時には、高圧電源91の電圧を変化させる毎に、自動的に制御用コンピュータ95から直流電源94の電圧を変化させるといった制御を行う。

【0156】

【発明の効果】請求項1の発明によれば、線源部に、陽電子の進行方向を法線とする平面に沿って配設される2個以上のアイソトープと、モデレータ部に、湾曲形状を有し、該湾曲形状の円または球の中心が線源部と反対方向になるよう配設されたモデレータとを備えるように構成したので、多量の陽電子ビームを発生できる効果があ

る。

【0157】請求項2の発明によれば、線源部のアイソトープとモデレータ部との間に、陽電子の通過位置に出し入れ可能に配設される遮蔽手段を備えるように構成したので、陽電子発生装置の組立時、取扱い時にアイソトープから発生する放射線の被爆を少なくできる効果がある。

【0158】請求項3の発明によれば、線源部またはモデレータ部のいずれか一方に接続され、線源部とモデレータ部の距離を変化させる距離可変手段を備えるように構成したので、陽電子発生装置の組立時、取扱い時にアイソトープから発生する放射線の被爆量を少なくできる効果がある。

【0159】請求項4の発明によれば、線源部の上流部に配設された、線源部と異なるビームダクトと、アイソトープをビームダクト中に移送する移送手段と、ビームダクトと共に、移送手段によって移送したアイソトープを線源部から取り外すことが可能な脱着手段とを備えるように構成したので、陽電子発生装置の組立時、取扱い時にアイソトープから発生する放射線の被爆量を少なくできる効果がある。

【0160】請求項5の発明によれば、移送手段は、電磁誘導によりアイソトープをビームダクト中に移送する電磁手段として構成したので、陽電子発生装置のアイソトープを設置する際、または、一度取り外した後、再設置するさいに、同じ位置に精度よく設置できる効果がある。

【0161】請求項6の発明によれば、外形を錘形状とし、アイソトープを支持する線源ホルダと、アイソトープに対向する側に、線源ホルダが嵌合する錘形状の穴部を有する支持台とを備えるように構成したので、陽電子発生装置のアイソトープを設置する際、または、一度取り外した後、再設置するさいに、同じ位置に精度よく設置できる効果がある。

【0162】請求項7の発明によれば、外形を凸形状とし、アイソトープを支持する線源ホルダと、アイソトープに対向する側に、線源ホルダが嵌合する凹形状の穴部を有する支持台とを備えるように構成したので、陽電子発生装置のアイソトープを設置する際、または、一度取り外した後、再設置するさいに、同じ位置に精度よく設置できる効果がある。

【0163】請求項8の発明によれば、線源部は、弾性部材より形成された止めがねが設けられ、アイソトープを支持する線源ホルダと、線源ホルダを所定の位置に配設した際に、止めがねが嵌合する凹部を有する支持台とを備えるように構成したので、陽電子発生装置のアイソトープを設置する際、または、一度取り外した後、再設置するさいに、同じ位置に精度よく設置できる効果がある。

【0164】請求項9の発明によれば、モデレータ部を

陽電子の通過経路から移送させる可動手段と、陽電子の通過経路から移送させたモデレータ部の近傍に配設され、モデレータ部を加熱する赤外線発生手段とを備えるように構成したので、モデレータのアニーリングを陽電子発生装置中で簡便に行うことができる効果がある。

【0165】請求項10の発明によれば、所定のスリットを有し、ターゲットとモデレータ部の間に配設された陽電子集束手段を備えるように構成したので、計測装置に達するビームの性能を向上でき、かつ、計測時のバックグラウンドを小さくできる効果がある。

【0166】請求項11の発明によれば、陽電子集束手段は、スリットの形状、またはその大きさを変更可能となるように構成したので、計測装置に達するビームの性能を向上でき、かつ、計測時のバックグラウンドを小さくできる効果がある。

【0167】請求項12の発明によれば、加速器を当該陽電子発生装置から切り離し、所定の間隔を空けて配設すると共に、加速器に対向する当該陽電子発生装置の大気部と真空部の境界に配設されるターゲットを備えるように構成したので、多量の陽電子を発生できる効果がある。

【0168】請求項13の発明によれば、加速器を当該陽電子発生装置から切り離し、所定の間隔を空けて配設すると共に、加速器側の大気部と真空部の境界と、当該陽電子発生装置側の大気部と真空部の境界とに、対向させて配設された1対のターゲットを備えるように構成したので、多量の陽電子を発生できる効果がある。

【0169】請求項14の発明によれば、陽電子発生部に一体に設けられ、該陽電子発生部からの放射線を遮蔽する遮蔽手段を備えるように構成したので、放射線被爆量を少なくできる効果がある。

【0170】請求項15の発明によれば、アウトガス量の少ない金属または絶縁体からなり、遮蔽手段の周囲を覆う部材を備えるように構成したので、放射線被爆量を少なくできる効果がある。

【0171】請求項16の発明によれば、遮蔽手段は、陽電子の進行方向の長さをアイソトープ、あるいはコンパクタ部より長くなるように構成したので、放射線被爆量を少なくできる効果がある。

【0172】請求項17の発明によれば、陽電子発生部は、陽電子を電界で輸送する第1の電極群を有し、輸送部は、陽電子を磁界で輸送する電磁手段を有し、測定部は、陽電子を電界で輸送する第2の電極群を有するように構成したので、多量で特性の優れた陽電子を試料部まで導くことができる効果がある。

【0173】請求項18の発明によれば、輸送部の上流側の陽電子の通過経路に配設された電極と、輸送部の下流側の陽電子の通過経路に配設されたモデレータと、電極とモデレータとに所定の電圧を印加し、パルス状の陽電子ビームを連続ビームとする電源とを備えるように構

成したので、直流化した陽電子ビームのエミッタンスを小さくできる効果がある。

【0174】請求項19の発明によれば、測定部付近に配設され、印加された交流電流により陽電子のビームを平面状に走査する電磁手段を備えるように構成したので、陽電子を2次元平面状に簡便に走査できる効果がある。

【0175】請求項20の発明によれば、測定部に、上下方向と左右方向の各々に配設され、印加された交流電圧により陽電子のビームを平面状に走査する一対以上の電極を備えるように構成したので、陽電子を2次元平面上に簡便に走査できる効果がある。

【0176】請求項21の発明によれば、交流で励磁され、陽電子を走査する電磁手段と、所定のスリットを有し、陽電子の通過経路上に配設され、該陽電子を遮蔽する遮蔽手段とを備えるように構成したので、陽電子を簡便にパルス化することができる効果がある。

【0177】請求項22の発明によれば、陽電子の通過経路に沿って配設され、交流電圧が印加される一組以上の電極と、所定のスリットを有し、陽電子の通過経路上に配設され、該陽電子を遮蔽する遮蔽手段を備えるように構成したので、陽電子を簡便にパルス化できる効果がある。

【0178】請求項23の発明によれば、測定部付近の上下、または左右方向、あるいは上下左右方向に、所定の角度傾けた方向で配設され、陽電子のビーム軌道を補正する一対以上の電極を備えるように構成したので、加速エネルギーを変化させた時に生じる軌道歪みを簡便に補正できる効果がある。

【0179】請求項24の発明によれば、陽電子のエネルギーと、該エネルギーの陽電子の軌道を補正するために必要とされる電極に印加する電圧との関係を予め測定し、実際の測定時には、陽電子のエネルギーを変化させる毎に、予め測定した関係に基づいて電極に所定の電圧を印加し、陽電子の軌道を自動的に補正する制御手段を備えるように構成したので、加速エネルギーを変化させた時に生じる軌道歪みを簡便に補正できる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】請求項1の発明の一実施例による陽電子発生装置の線源部の構成を示す模式図である。

【図2】図1の陽電子発生装置の線源部の電位分布図である。

【図3】請求項2の発明の一実施例を示す陽電子発生装置の線源部の構成を示す模式図である。

【図4】請求項2の発明の他の一実施例を示す陽電子発生装置の線源部の構成を示す模式図である。

【図5】請求項3の発明の一実施例を示す陽電子発生装置の線源部の構成を示す模式図である。

【図6】請求項3の発明の他の一実施例を示す陽電子発生装置の線源部の構成を示す模式図である。

【図 7】請求項 3 の発明の他の一実施例を示す陽電子発生装置の線源部の構成を示す模式図である。

【図 8】請求項 4 の発明の一実施例を示す陽電子発生装置の線源部の構成を示す模式図である。

【図 9】図 8 のビームダクトを取り外した後の様子を示す模式図である。

【図 10】請求項 5 の発明の一実施例を示す陽電子発生装置の線源部の構成を示す模式図である。

【図 11】請求項 6 の発明の一実施例を示す陽電子発生装置の線源部の構成を示す模式図である。

【図 12】請求項 7 の発明の一実施例を示す陽電子発生装置の線源部の構成を示す模式図である。

【図 13】請求項 8 の発明の一実施例を示す陽電子発生装置の線源部の構成を示す模式図である。

【図 14】請求項 9 の発明の一実施例を示す陽電子発生装置の線源部の構成を示す模式図である。

【図 15】図 14 のモデレータのアニーリング状態の概念図である。

【図 16】請求項 10 の発明の一実施例を示す陽電子発生装置の線源部の構成を示す模式図である。

【図 17】請求項 11 の発明の一実施例を示す陽電子発生装置の線源部の構成を示す模式図である。

【図 18】請求項 12 の発明の一実施例を示す陽電子発生装置の線源部の構成を示す模式図である。

【図 19】請求項 13 の発明の一実施例を示す陽電子発生装置の線源部の構成を示す模式図である。

【図 20】請求項 14 の発明の一実施例を示す陽電子発生装置の線源部の構成を示す模式図であり、(a) はその線源部の横断面図、(b) はその正面図である。

【図 21】請求項 15 の発明の一実施例を示す陽電子発生装置の線源部の構成を示す模式図であり、(a) はその線源部の横断面図、(b) はその正面図、そして (c) はその一部拡大断面図である。

【図 22】請求項 16 の発明の一実施例を示す陽電子発生装置の線源部の構成を示す模式図であり、(a) はその線源部の横断面図、(b) はその正面図である。

【図 23】請求項 17 の発明の一実施例を示す陽電子発生装置の構成を示す概略図である。

【図 24】請求項 18 の発明の一実施例を示す陽電子発生装置の直流化装置の構成を示す模式図である。

【図 25】請求項 19 の発明の一実施例を示す陽電子発生装置の 2 次元操作部の構成を示す模式図である。

【図 26】請求項 20 の発明の一実施例を示す陽電子発生装置の 2 次元操作部の構成を示す模式図である。

【図 27】請求項 21 の発明の一実施例を示す陽電子発生装置のパルス化装置の構成を示す模式図である。

【図 28】請求項 22 の発明の一実施例を示す陽電子発

生装置のパルス化装置の構成を示す模式図である。

【図 29】請求項 23 の発明の一実施例を示す陽電子発生装置の位置補正装置の構成を示す模式図である。

【図 30】請求項 24 の発明の一実施例を示す陽電子発生装置の位置補正装置の構成を示す模式図である。

【図 31】従来のアイソトープを線源とした場合の陽電子発生装置の構成を示す模式図である。

【図 32】従来のライナックから発生する電子ビームを線源とした場合の陽電子発生装置の構成を示す模式図である。

【図 33】図 31 の線源部を拡大した模式図である。

【符号の説明】

1 アイソトープ

2 線源ホルダ

2 a, 2 b, 2 c, 線源ホルダ

3 モデレータ

5 遮蔽板 (遮蔽手段)

8 モータ (距離可変手段)

9 モータ (距離可変手段、移送手段)

10 真空バルブ (脱着手段)

11 ビームダクト

13 コイル (電磁手段)

14 磁性体 (電磁手段)

16 a, 16 b, 16 c 支持台

18 止めがね

20 赤外線発生装置 (赤外線発生手段)

22 可動装置 (可動手段)

24 a スリット

24 遮蔽板 (陽電子集束手段)

27 ターゲット

40 鉛等の遮蔽物 (遮蔽手段)

41 部材

50 電極 (第 1 の電極群)

51 ヘルムホルツコイル (電磁手段)

53 電極 (第 2 の電極群)

60 電極

62 モデレータ

63 電源

70 コイル (電磁手段)

74 水平方向偏向電極 (電極)

75 垂直方向偏向電極 (電極)

80 電磁石 (電磁手段)

81 遮蔽板 (遮蔽手段)

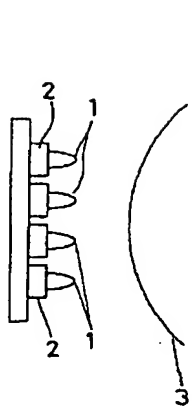
81 a スリット

83 偏向電極 (電極)

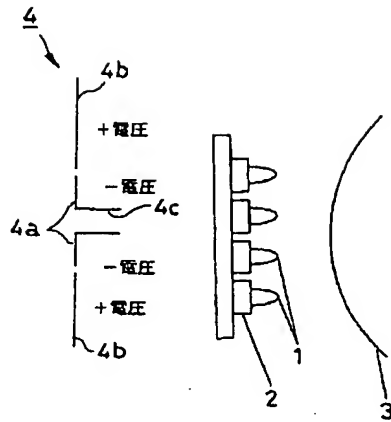
92 位置調整用偏向電極 (電極)

95 制御用コンピュータ (制御手段)

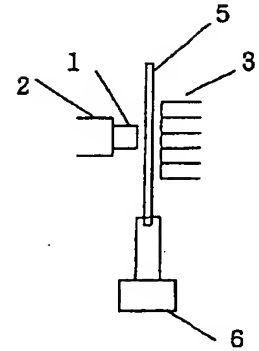
【図1】



【図2】



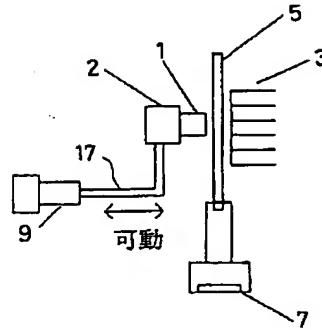
【図3】



6 : 遮蔽板 (遮蔽手段)

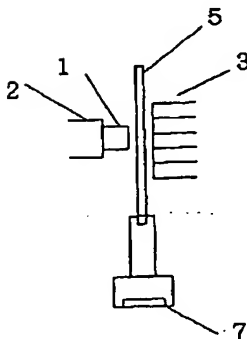
1 : アイソトープ
2 : 線源ホルダ
3 : モデレータ

【図6】

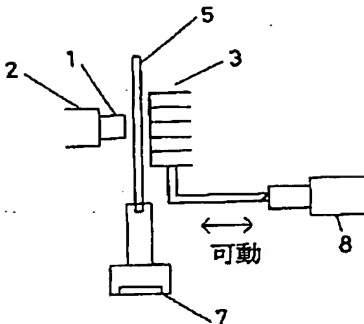


9 : モータ (距離可変手段、移送手段)

【図4】

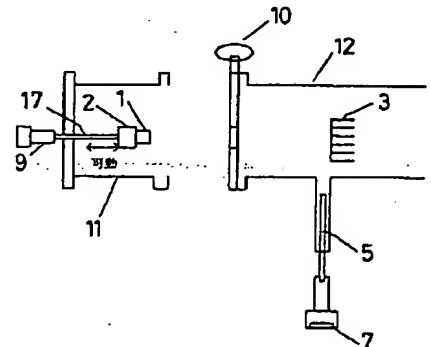


【図5】

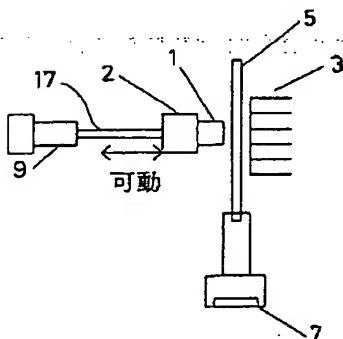


8 : モータ (距離可変手段)

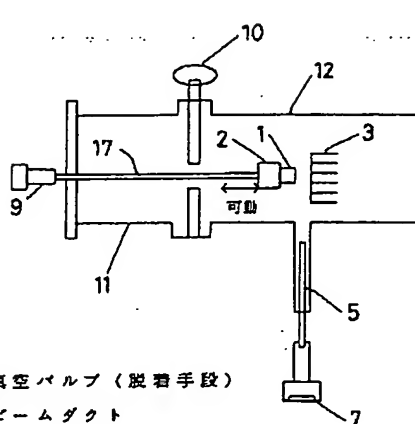
【図9】



【図7】

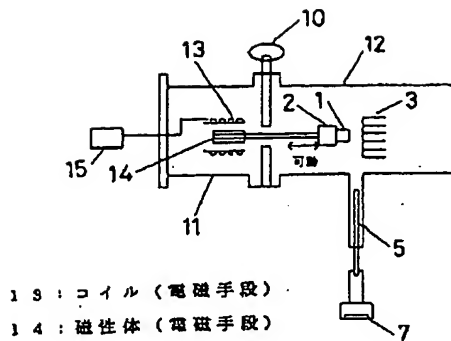


【図8】

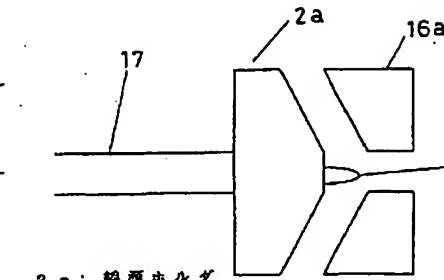


10 : 真空バルブ (脱着手段)
11 : ビームダクト

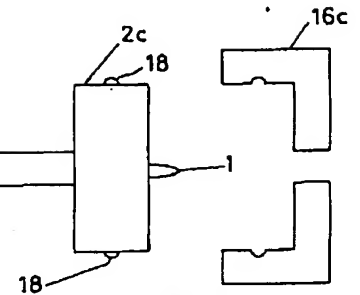
【図10】



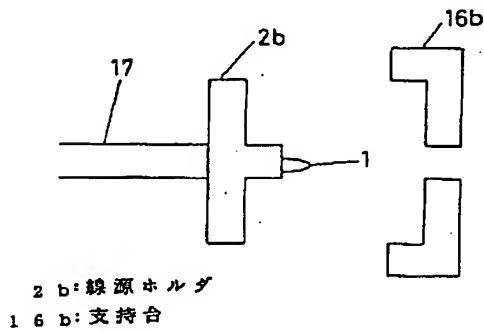
【図11】



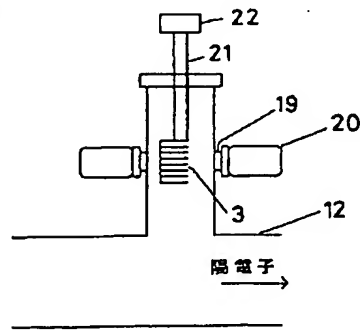
【図13】



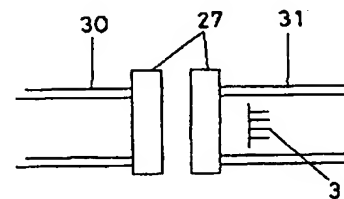
【図12】



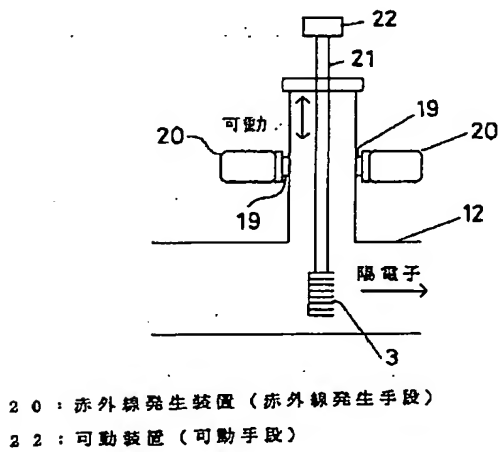
【図15】



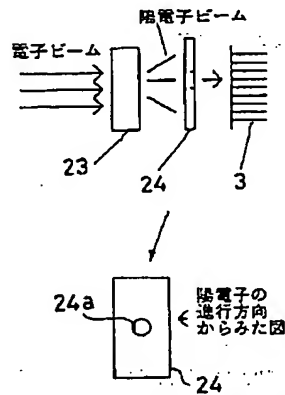
【図19】



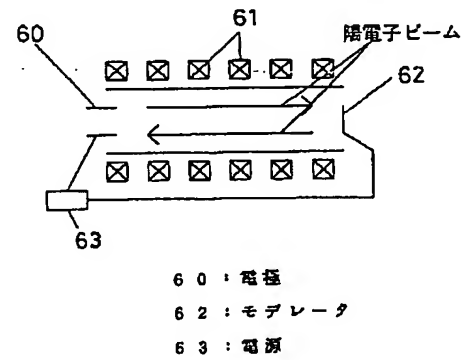
【図14】



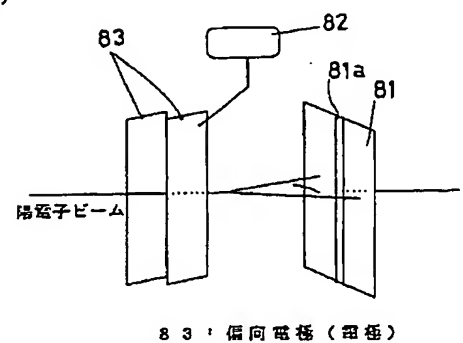
【図16】



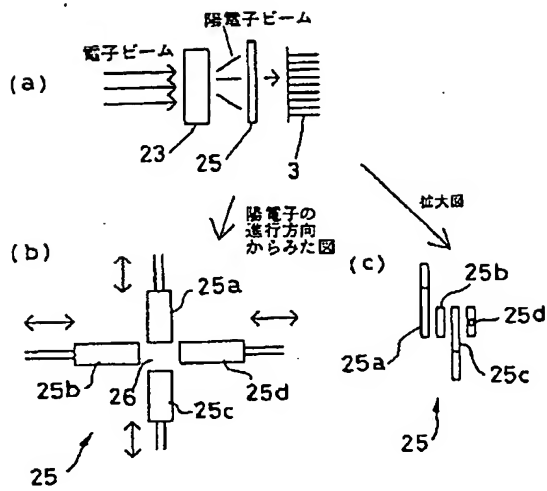
【図24】



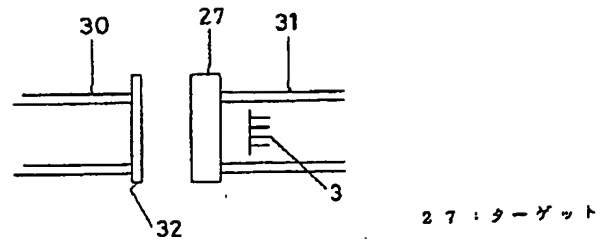
【図28】



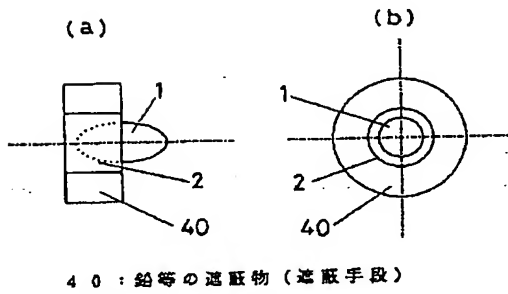
【図 17】



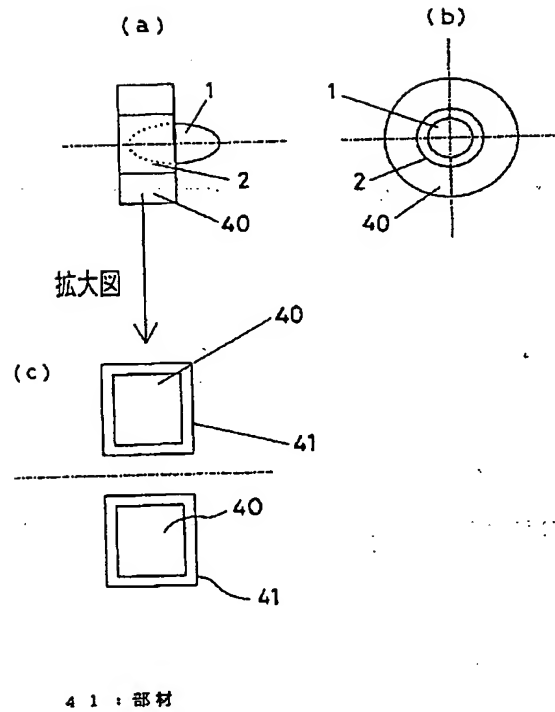
【図 18】



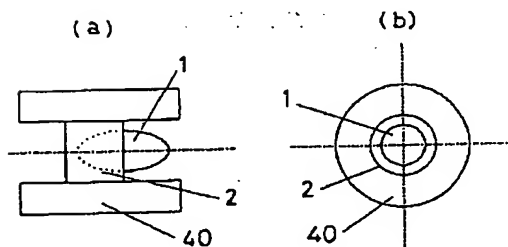
【図 20】



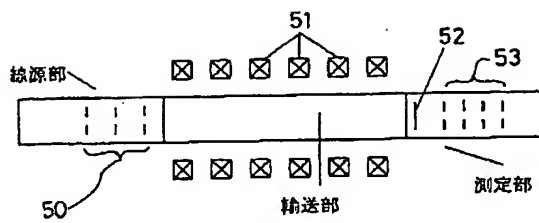
【図 21】



【図 22】

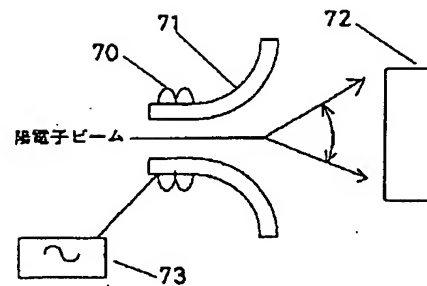


【図23】



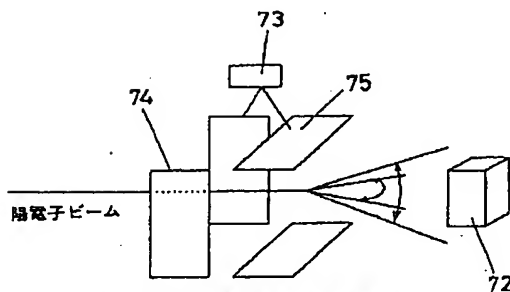
- 50 : 電極 (第1の電極群)
 51 : ヘルムホルツコイル (電磁手段)
 53 : 電極 (第2の電極群)

【図25】



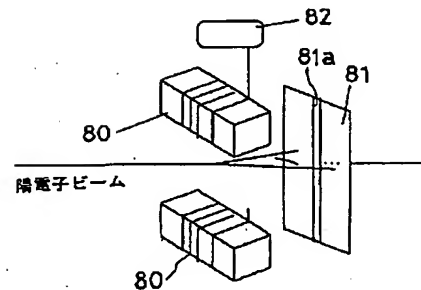
- 70 : コイル (電磁手段)

【図26】



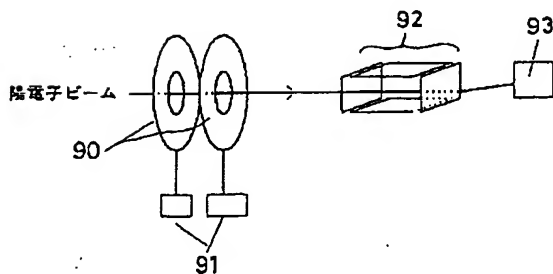
- 74 : 水平方向偏向電極 (電極)
 75 : 垂直方向偏向電極 (電極)

【図27】



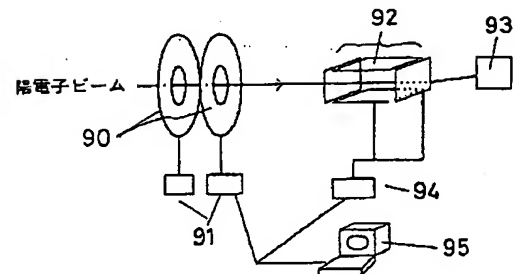
- 80 : 電磁石 (電磁手段)
 81 : 遮蔽板 (遮蔽手段)
 81a : スリット

【図29】



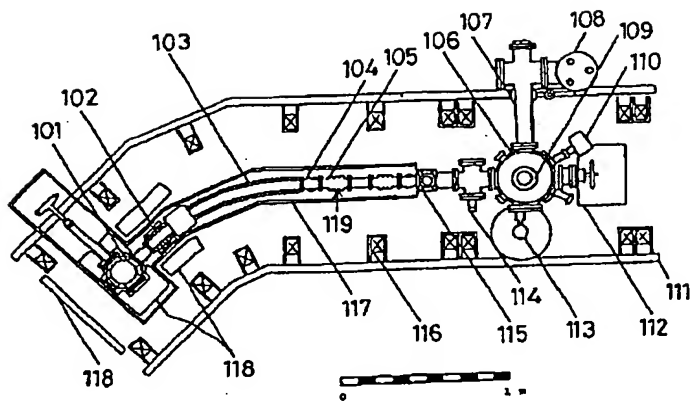
- 92 : 位置調整用偏向電極 (電極)

【図30】

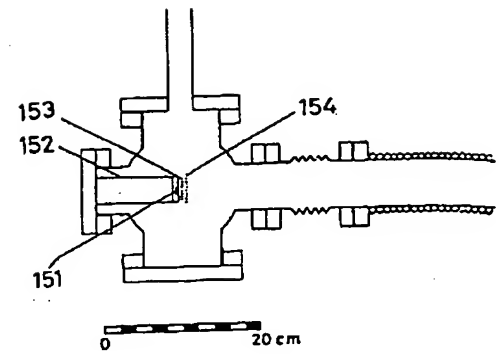


- 95 : 制御用コンピュータ (制御手段)

【図31】



【図33】



【図32】

